

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4228132号  
(P4228132)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 C 15/00 (2006.01)** GO 1 C 15/00 1 O 3 A  
 GO 1 C 15/00 1 O 3 D

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-304224 (P2002-304224)	(73) 特許権者	000220343 株式会社トプコン
(22) 出願日	平成14年10月18日(2002.10.18)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(65) 公開番号	特開2004-138530 (P2004-138530A)	(74) 代理人	100089967 弁理士 和泉 雄一
(43) 公開日	平成16年5月13日(2004.5.13)	(72) 発明者	大友 文夫 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
審査請求日	平成17年10月6日(2005.10.6)	(72) 発明者	大佛 一毅 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
		(72) 発明者	林 邦広 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定光を発するための光源部と、傾斜測定部と、演算処理部と、固定部と、鉛直方向に回転軸を有する回動部を有し、回動して反射体に測定光を回転照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、該反射光を受光するための受光部と、測定光を走査方向に射出すると共に反射光を前記受光部に導き、回動部と一体に回動する走査手段と、該走査手段の回転位置を検出するための角度検出器とを備え、前記測定光が扇状に広がる測距光を含み、前記受光部は前記固定部に設けられ前記走査手段からの光を結像する撮像部を有し、前記撮像部に結像した像の結像位置と、前記走査手段の向きが方向付けられている角度により、前記反射体の方向を求めることを特徴とする位置測定装置

10

【請求項2】

測定光は、走査手段に設けられた拡散光学系により扇状に射出され、該拡散光学系より入射した反射光を受光部に導く請求項1記載の位置測定装置。

【請求項3】

測定光には視準光を含み、受光部はその視準光を受光するための視準用受光センサを有し、該視準用受光センサは反射光から視準中心と反射体の偏差を検出する請求項1記載の位置測定装置。

【請求項4】

複数の反射体の位置を測定する請求項1記載の位置測定装置。

20

## 【請求項 5】

測定された反射体に向けて、その反射体に関連する測定データを送信するための送信装置を備えた請求項 1 記載の位置測定装置。

## 【請求項 6】

複数の反射体の位置を測定し、反射体に関連する測定データを個々の反射体に向けて送信する請求項 5 記載の位置測定装置。

## 【請求項 7】

受光部は、撮像装置を備え、この撮像装置で捉えた画像データを反射体に向けて送信する請求項 5 記載の位置測定装置。

## 【請求項 8】

前記演算処理手段は、前記傾斜測定部の測定結果により、回動部の回転ガタもしくは傾きを検出し、演算処理手段が、受光部が受光する測定対象物の受光位置を補正する演算を行う請求項 1 記載の位置測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、測定目標である受光装置を走査する、若しくは追尾するための位置測定装置に関し、特に測距光、追尾光を回転照射して受光位置の 3 次元計測を行い、更にそのデータをターゲットに設けた受光装置にデータ転送することのできる自動位置検出装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、3次元位置測定および設定には、トータルステーションを用いていた。トータルステーションは、距離測定及び測距測角の機能を備え、測定値を電氣的データとして出力するものである。測定を行う場合には、トータルステーションを基準位置に設置後、ターゲットを測定地点に設置し、トータルステーションでターゲットを視準して水平角、高低角の測定を行い、ターゲットに設けられた反射プリズム（コーナーキューブ）を測距して距離データを得ることができる。

## 【0003】

測定された測距・測角データは、トータルステーションの内蔵メモリーに記憶される。また測距測角データは、必要に応じて外部メモリー装置や、コンピュータに対して測量作業のデータとして出力される。図 8 はトータルステーションでの測量作業を示した図である。トータルステーション（1000）は基準位置に設置されている。ターゲット（2000a）はポール（3000a）に取り付けられており、ポール（3000a）は作業員（4000）により測定地点に設置されている。

## 【0004】

トータルステーション（1000）は、望遠鏡部と、望遠鏡部の高低回転を自在に支えるための托架部と、托架部を水平回転自在に支えるための基盤部と、基盤部の下部にありトータルステーション（1000）本体の傾きを整準し、三脚の脚頭に固定するための整準部とから構成される。なお、測距及び測角等のための回路等は、トータルステーション（1000）に内蔵されている。

## 【0005】

トータルステーション（1000）側の作業員は、望遠鏡部を上下左右に回転させ、ターゲット（2000a）を視準中心に捕え、基準位置からの水平角、高低角、距離を得る様になっている。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら従来のトータルステーション（1000）を使用する作業では、トータルステーション 1000 側の作業員が 1 人、そしてターゲット（2000a）設置のための作業員が 1 人の少なくとも 2 人の作業員を必要とした。ターゲット（2000a）の数が増

10

20

30

40

50

えればそれに応じて作業者の人数が増加する。しかし、多数のターゲット(2000a)を瞬時に測定するのは困難であり、現実的には不可能である。即ち作業者が、望遠鏡部でターゲット(2000a)を視準し、更に測定を行うためには、ターゲット(2000a)数に応じた測定時間が必要となる。このため大幅な作業効率の改善を図ることができないという問題点があった。

【0007】

また隣接する異なった基準座標系の現場で同時に作業を進める場合、トータルステーション1台と複数のターゲットで作業を進行する事が可能ではあるが、基準座標系が異なる測定点毎に、トータルステーションの座標設定をやり直す、若しくは座標系を切り替える必要があり、事実上同時に作業を進行させることは不可能であった。

10

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、測定光を発するための光源部と、傾斜測定部と、演算処理部と、固定部と、鉛直方向に回転軸を有する回動部を有し、回動して反射体に測定光を回転照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、該反射光を受光するための受光部と、測定光を走査方向に射出すると共に反射光を前記受光部に導き、回動部と一体に回動する走査手段と、該走査手段の回転位置を検出するための角度検出器とを備え、前記測定光が扇状に広がる測距光を含み、前記受光部は前記固定部に設けられ前記走査手段からの光を結像する撮像部を有し、前記撮像部に結像した像の結像位置と、前記走査手段の向きが方向付けられている角度により、前記反射体の方向を求めることを特徴としている。

20

【0009】

また本発明の測定光は、走査手段に設けられた拡散光学系により扇状に射出され、該拡散光学系より入射した反射光を受光部に導く構成にすることもできる。

【0010】

更に本発明はの測定光には視準光を含み、受光部はその視準光を受光するための視準用受光センサを有し、該視準用受光センサは反射光から視準中心と反射体の偏差を検出する構成にすることもできる。

【0011】

そして本発明は、複数の反射体の位置を測定する構成にすることもできる。

30

【0012】

また本発明は、測定された反射体に向けて、その反射体に関連する測定データを送信するための送信装置を備えた構成にすることもできる。

【0013】

更に本発明は、複数の反射体の位置を測定し、反射体に関連する測定データを個々の反射体に向けて送信する構成にすることもできる。

【0014】

そして本発明の受光部は、撮像装置を備え、この撮像装置で捉えた画像データを反射体に向けて送信する構成にすることもできる。

【0015】

また本発明の演算処理手段は、前記傾斜測定部の測定結果により、回動部の回転ガタもしくは傾きを検出し、演算処理手段が、受光部が受光する測定対象物の受光位置を補正する演算を行う構成にすることもできる。

40

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、光源部が測定光を発し、傾斜測定部と、演算処理部と、固定部と、鉛直方向に回転軸を有する回動部を有しており、回動して反射体に測定光を回転照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置であって、受光部が反射光を受光し、回動部と一体に回動する走査手段が、測定光を走査方向に射出すると共に反射光を受光部に導き、角度検出器が、走査手段の回転位置を検出し、測

50

定光が扇状に広がる測距光を含み、固定部に設けられた受光部が、走査手段からの光を結像する撮像部を有し、撮像部に結像した像の結像位置と、走査手段の向きが方向付けられている角度により、反射体の方向を求めることができる。

【0017】

また本発明の測定光は、走査手段に設けられた拡散光学系により扇状に射出され、拡散光学系より入射した反射光を受光部に導くこともできる。

【0018】

更に本発明はの測定光には視準光を含み、受光部はその視準光を受光するための視準用受光センサを有し、視準用受光センサは反射光から視準中心と反射体の偏差を検出することもできる。

10

【0019】

そして本発明は、複数の反射体の位置を測定することもできる。

【0020】

また本発明の送信装置が、測定された反射体に向けて、その反射体に関連する測定データを送信することもできる。

【0021】

更に本発明は、複数の反射体の位置を測定し、反射体に関連する測定データを個々の反射体に向けて送信することもできる。

【0022】

そして本発明の受光部の撮像装置が、捉えた画像データを反射体に向けて送信することもできる。

20

【0023】

また本発明の演算処理手段は、傾斜測定部の測定結果により、回動部の回転ガタもしくは傾きを検出し、演算処理手段が、受光部が受光する測定対象物の受光位置を補正する演算を行うこともできる。

【0024】

【実施例】

【0025】

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

【0026】

図1に基づいて、本実施例の位置検出装置10000を説明する。

30

【0027】

位置検出装置10000は、測量機本体2000と、整準部3000とから構成されている。

【0028】

測量機本体2000には、回動部2100と、固定部2200と、傾斜測定部2300とから構成されている。

【0029】

回動部分は鉛直方向に回転軸を持ち、水平方向に回転モータによって全周回転している。

【0030】

水平方向の回転部分は、回転ミラー2110を水平方向に回転させるためのものである。水平方向の回転部分は、鉛直軸2170と、この上に形成される回動部2100とから構成され、一体に回転させる様に構成されている。

40

【0031】

また鉛直軸2170には、水平角測定用のロータリーエンコーダ2180が取り付けられている。更に、鉛直軸2170には、駆動ギアを介して水平駆動用モータ4500に連結されている。水平駆動用モータ4500は、筐体に固定されているので、回動部2100を水平方向に回転させることができる。

【0032】

なお、水平角測定用のロータリーエンコーダ2180が、角度検出器に該当するものであ

50

る。

【0033】

整準部3000は、基本的に三本の脚で測量機本体2000を支える構造である。三本の脚の1脚は回動自在に、例えば球面で支えている。残る2脚は、整準駆動モータの駆動力により上下動可能となっている。上下動作を調整することにより測量機本体2000が整準される様に構成されている。整準は傾斜測定部の出力に基づいて行われる。ばねはその下にある基盤を支え、基盤は三脚の脚頭の取り付けの役目を果たしている。なお整準部3000は、測量機本体2000に内蔵し、内部の構成部材を直接整準することもできる。

【0034】

次に図2に基づいて、本実施例の位置検出装置10000の電氣的構成を説明する。

10

【0035】

位置検出装置10000は、測距部1100と、受光装置検出部1200と、データ送信部1300と、角度測定部1400と、回動照射部1500と、傾斜測定部2300と、記憶部4200、表示部4300と、駆動回路4400と、モータ4500と、演算処理手段4000と、操作部5000とから構成されている。

【0036】

更に傾斜測定部2300が、軸受の回転精度に起因する回動部2100の回転ガタや傾きを検出し、演算処理手段4000が、受光部が受光する測定対象物の受光位置を補正して、回転ガタや傾きの影響を除去することができる。

【0037】

20

測距部1100は、距離検出発光部2211から発光した測距光が、ダイクロプリズム2212で反射し、対物レンズ2213を透過した後、回転ミラー2110で反射して、図示されていない測定対象物の方向へ射出する。測定対象物からの反射光を逆の経路をたどり距離検出受光部2214の受光素子で受光する。

【0038】

なお、シリンダーフレネルレンズ2215により、水平面に対し高低角方向に広がったファンビームレーザをパルス発光しながら回動させることができる。ファンビームとは、扇型に広がった光である。

【0039】

射出された測距用ファンビームレーザは、受光装置20000のコーナーキューブ21000により反射され、距離検出発光部2211のファンビームと同様の視野を持ち異なる経路の距離検出受光部2214の受光素子で検出される。

30

【0040】

位置検出装置10000から受光装置20000までの距離は、距離検出発光部2211がパルス発光してから、距離検出受光部2214で受光されるまでの時間差により算出される。なお、この演算は、距離演算回路1120で実行される。また、距離検出発光部2211と距離検出受光部2214等とは、距離測定部1110に該当する。

【0041】

測距光軸と受光装置検出部1200の光軸の水平方向角度は、予め決められた角度になっている為、前記測距部1100で求めた、位置検出装置10000から受光装置20000までの距離データに、受光装置検出部1200で求めた高低角、水平角データのデータを関連付ける事ができる。

40

【0042】

なお本実施例では、測距光は可視光を使用していないので、可視カットフィルタ2216が使用されている。

【0043】

受光装置検出部1200は、検出光発光部1210と、第1の撮像部1320と、第2の撮像部1330と、検出光検出回路1340とから構成されている。

【0044】

第1の撮像部1320と第2の撮像部1330とは、検出光発光部1210から発光され

50

、ターゲット 3 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 で反射された反射光を受光するものである。

【 0 0 4 5 】

本実施例では、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 とは、CCD 等の固体撮像素子が使用されている。

【 0 0 4 6 】

検出光発光部 1 2 1 0 は、本体部にある例えばパルスレーザダイオード 1 2 1 1 より発した光を対物レンズ 1 2 1 2 により鉛直方向にコリメートしている。更に、ミラーにより直角に曲げられ拡散板 1 2 1 3 により拡散されている。そして、第 1 の撮像部 1 3 2 0、第 2 の撮像部 1 3 3 0 の視野内を照明している。

10

【 0 0 4 7 】

検出光発光部 1 2 1 0 が点灯している状態では、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 との映像信号には、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 で反射された検出光発光部 1 2 1 0 からの反射光が含まれており、検出光発光部 1 2 1 0 が消灯している状態ではコーナーキューブ 2 1 0 0 0 からの反射光が含まれていない。

【 0 0 4 8 】

従って、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 から出力される検出光発光部 1 2 1 0 の点灯状態、消灯状態それぞれの映像信号の差を求めると、映像信号としてはコーナーキューブ 2 1 0 0 0 からの反射光だけとなり、反射光の位置を画像上求めることにより、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 上のターゲット中心位置を検出できる。

20

【 0 0 4 9 】

更に、この検出結果を利用して受光装置検出部 1 2 0 0 の光軸 O と受光装置 2 0 0 0 0 の中心位置との偏差を求めるとができる。

【 0 0 5 0 】

図 3 ( A ) は三脚 1 0 上に設置されたコーナーキューブ 2 1 0 0 0 を含む周囲の画像を示しており、検出光発光部 1 2 1 0 が発光している場合は、可視光の他にコーナーキューブ 2 1 0 0 0 からの復路光の像が重複して得られる。従って、検出光発光部 1 2 1 0 を点灯している場合と、検出光発光部 1 2 1 0 を消灯している場合との画像の差を求めると、図 3 ( B ) に示す様なコーナーキューブ 2 1 0 0 0 からのコーナーキューブ 2 1 0 0 0 と略同一サイズの反射光 ( 復路光 ) 1 2 のみの画像が得られる。画面の中心が前記光軸 O と一致した点であるとし、画像から前記復路光 1 2 の水平方向の偏差 H、垂直方向の偏差 V を容易に演算することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また図 4 に示される様に、固体撮像素子 4 0 0 0 0 がレンズの焦点距離  $f$  の位置に配置され、固体撮像素子 4 0 0 0 0 に入射する復路光の角度が  $\theta$  とすると固体撮像素子 4 0 0 0 0 の光軸 O からの偏差  $x$  は  $f * \tan \theta$  であり、偏差  $x$  を求めることで、固体撮像素子 4 0 0 0 0 に入射する復路光の角度  $\theta$  を演算できる。従ってコーナーキューブ 2 1 0 0 0 までの距離  $エル_a$ 、 $エル_b$ 、 $エル_c$  の大小に係わらず、画像上の水平方向の偏差 H、垂直方向の偏差 V を演算することで、受光装置 2 0 0 0 0 の水平角度偏差、高低角度偏差が求められる。

40

【 0 0 5 2 】

受光装置検出部 1 2 0 0 は、検出光発光部 1 2 1 0 と、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 と検出光検出回路 1 3 4 0 とから構成される。

【 0 0 5 3 】

受光装置検出部 1 2 0 0 の光学系は、固定部 2 2 0 0 に設けられた対物レンズ 1 3 5 0 と、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と、第 2 の撮像部 1 3 3 0 と、ビームスプリッタ 1 3 6 0 と、リレーレンズ 1 3 7 0 と、回折格子 1 3 8 0 と、回動部 2 1 0 0 のミラー 2 1 1 0 から構成されている。

【 0 0 5 4 】

第 1 の撮像部 1 3 2 0 は、ビームスプリッタ 1 3 6 0 で反射され、対物レンズ 1 3 5 0 の

50

焦点位置に設けられている。

【0055】

第1の撮像部1320は、鉛直方向に大きな視野を持ち、回動部2100の中心に存在している。回動部2100のミラー2110により光軸を直角、水平方向に曲げられているため水平面を中心に全周方向に大きな視野を持っている。

【0056】

ミラー2110は回動部2100にあり、第1の撮像部1320は固定部2200にあるため、結像する受光装置20000の像は、図7の様に、ミラー2110が方向づけられている角度分、像が回転している。

【0057】

第1の撮像部1320に結像した受光装置の像（実質的にはコーナーキューブ像）の結像位置情報と、ミラー2110が方向づけられている角度により、位置検出装置10000から受光装置20000への水平角および高低角を求める事が出来る。

【0058】

CCDの分解角は、CCDの画素数と視野角によって決まる。画素数が多く、視野角が狭くなるほど分解角が小さくなる。

【0059】

そこで、第2の撮像部1330は、ビームスプリッタ1360と、リレーレンズ1370と、回折格子1380とを通過し、第1の撮像部1320と共役の位置にある。

【0060】

リレーレンズ1370により第2の撮像部1330の視野角を狭くしているため、第1の撮像部1320に比べ分解角が小さくなっている。

【0061】

記憶部4200には必要に応じた、例えば地図データが記憶されており、表示部4300には地図データと共に測定データに基づく3次元位置情報が表示される。また、これにリンクして位置検出装置10000で得た画像が表示される。更に、画像データを変換するアプリケーションソフトでパノラマのような画像に変換して表示しても良い。

【0062】

データ送信部1300は、測距部1100と同様な光学系により、水平面に対し高低角方向に広がったファンビームレーザを射出させて回動している。射出光学系を共用する場合には、光通信用の光と測距光の各々の波長を異なる波長として、お互いを合成するダイクロックミラー1310が必要となる。

【0063】

また受光装置20000の光通信受信部9100に、光通信用発光素子1320の光のみを透過するフィルタが必要となる。

【0064】

受光装置20000に関連付けされた水平角、高低角は、位置検出装置10000のデータ送信部1300が受光装置20000に対向している間だけ送信される。

【0065】

複数の受光装置20000が存在する場合、複数の関連付けがなされ、位置検出装置10000のデータ送信部1300が各々の受光装置20000に対向している間のみ関連付けされたデータが送信される。

【0066】

受光装置20000の方向が関連づけられることにより、複数の受光装置20000を同時に扱うことが可能となる。

【0067】

図5に基づいて、傾斜測定部2300を説明する。

【0068】

傾斜測定部2300は、傾斜検出部と回転ブレ検出部とからなる。傾斜測定部2300は、測量機本体2000の傾斜を検出し、整準部3000の制御信号として測量機本体20

10

20

30

40

50

00を水平に整準する。回転ブレ検出部は、水平基準に対する鉛直軸2170と一体に設けられたエンコーダの傾きを検出することで、回動部2100の傾きを検出し、測定値、距離値及び位置の値を補正する。

【0069】

傾斜測定部2300は、第1光源1と、第1コンデンサレンズ2と、第1パターン3と、第2コンデンサレンズ4と、第1ハーフミラー5等とからなり、自由液面投光系8を構成している。

【0070】

前記第1ハーフミラー5で反射された光線は前記自由液面6aで反射され、前記第1ハーフミラー5を透過する。該第1ハーフミラー5の透過光軸10上に第2ハーフミラー15、第3コンデンサレンズ9、受光手段11が配設されている。該受光手段11は例えばCCDエリアセンサが用いられる。

10

【0071】

前記第1ハーフミラー5の透過光軸10と平行な投光光軸を有する第2光源17が配設され、該第2光源17の投光光軸上に第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21が配設され、該第3ハーフミラー21は前記第2ハーフミラー15と対向している。

【0072】

前記第3ハーフミラー21の透過光軸上に該透過光軸と垂直となる位置に反射部材22(水平エンコーダ)が配設されている。反射部材22は、回動部2100の鉛直軸2170と一体に取り付けられた水平エンコーダの面を反射面として利用している。また回動部2100は、測量機本体2000のきょう体部に取り付けられた鉛直軸2170によって水平回転可能に支持されると共に、傾斜測定部2300が水平に正しく設置された時に、反射部材22の反射面も概略水平となる様に取り付けられている。

20

【0073】

前記第2光源17、第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21等は固定反射部材投光系24を構成し、前記第1ハーフミラー5、第2ハーフミラー15、第3ハーフミラー21、第3コンデンサレンズ9、受光手段11等は受光光学系12を構成する。

【0074】

而して、前記第1光源1から射出された光線は、第1コンデンサレンズ2で概略平行光束とされ、前記第1パターン3、第2コンデンサレンズ4を透過した後、前記第1ハーフミラー5で反射され、更に前記自由液面6aで反射され、前記第1ハーフミラー5、第2ハーフミラー15、前記第3コンデンサレンズ9を透過して前記受光手段11により受光される。即ち、前記第1パターン3の第1パターン像3a(図示せず)は前記第3コンデンサレンズ9により前記受光手段11に結像される。

30

【0075】

又、前記第2光源17から射出された光線は、前記第4コンデンサレンズ18で概略平行光束とされ、前記第2パターン19を透過し、更に前記第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21を透過し、前記反射部材22で反射され、前記第3ハーフミラー21、第2ハーフミラー15で反射され、前記第3コンデンサレンズ9を経て前記受光手段11に受光される。即ち、前記第2パターン19の第2パターン像19a(図示せず)も前記第3コンデンサレンズ9を経て前記受光手段11に結像される。

40

【0076】

尚、前記反射部材22からの反射光で前記第2ハーフミラー15で反射された状態の反射光軸23は前記透過光軸10が鉛直の場合に該透過光軸10に合致する。従って、前記第1パターン3の第1パターン像3aと第2パターン19の第2パターン像19aとが合致する様になっている。

【0077】

前記透過光軸10は前記自由液面6aで反射されたものであり、従って、傾斜検出装置自

50

体が傾斜していると、前記液体部材 6 の自由液面 6 a は傾斜検出装置自体に対して相対的に傾斜し、その結果入射光軸に対して反射光軸 2 3 が偏角する。

【 0 0 7 8 】

前述した様に、前記自由液面 6 a が 傾斜した場合、液体部材 6 の屈折率  $n$  とすると反射光軸は  $2n$  偏角し、前記受光手段 1 1 上では、前記第 1 パターン像 3 a は  $f * \tan(2n)$  だけ基準位置から移動する。

【 0 0 7 9 】

一方、前記反射部材投光系 2 4 の投光光軸は、測量機本体 2 0 0 0 が水平に整準されている時に鉛直に固定されている。そして反射部材 2 2 である水平エンコーダにガタも傾きもなく、水平に回転している場合には、前記反射部材 2 2 で反射された光線の、前記受光手段 1 1 での受光位置（第 2 パターン像 1 9 a の位置）は一定している。

【 0 0 8 0 】

ところが、反射部材 2 2 である水平エンコーダに回転ガタや傾きがある場合には、第 1 パターン像 3 a に対する第 2 パターン像 1 9 a の移動量  $L$  として検出される。前記受光手段 1 1 の第 1 パターン 3 a に対する第 2 パターン像 1 9 a の方向を検出することで、傾斜方向も検出することが可能である。

【 0 0 8 1 】

演算処理手段 4 0 0 0 に於いて、前記受光手段 1 1 からの受光信号に基づき前記第 1 パターン像 3 a と第 2 パターン像 1 9 a との偏差を求め、更に偏差に基づき傾斜量、傾斜方向が演算される。

【 0 0 8 2 】

本発明は、自動整準用に、精度が粗いが測定範囲の広い傾斜センサーが内蔵されている。この精度が粗いが測定範囲の広い傾斜センサーは、例えば、一般的な気泡管の泡の動きを電気信号に変換するセンサー等がある。

【 0 0 8 3 】

整準部 3 0 0 0 は、精度が粗いが測定範囲の広い傾斜センサーからの信号に基づき、傾斜測定部 2 3 0 0 の測定範囲内となる様に整準動作を行う様になっている。なお傾斜センサーの精度が高く、測定範囲も広い場合には、傾斜測定部 2 3 0 0 に置き換えることもできる。更に傾斜センサーの精度が高く、測定範囲が狭い場合でも、測定範囲外において、傾斜センサーの出力信号により傾斜方向を判別することができれば、傾斜測定部 2 3 0 0 に置き換えることができる。

【 0 0 8 4 】

尚、前記受光光学系 1 2 での第 1 パターン像 3 a 及び第 2 パターン像 1 9 a は、水平状態からの像の相対的な動き量を検出するためのものであるため、傾斜設定部 2 3 0 0 自体が水平な状態に於いて、前記反射部材 2 2 からの反射光軸 2 3 と前記自由液面 6 a からの反射光軸 2 3 は必ずしも合致していなくても、又平行でなくてもよい。更に、傾斜設定部 2 3 0 0 自体が水平状態で前記第 1 パターン像 3 a と第 2 パターン像 1 9 a とは前記受光手段 1 1 上で必ずしも合致する必要はなく、両者のずれ量は演算する場合の補正值とすればよい。

【 0 0 8 5 】

図 6 に示す様に受光装置 2 0 0 0 0 は、コーナーキューブ 2 1 0 0 0 と、光通信受信部 9 1 0 0 と、演算部 9 2 0 0 と、演算データ表示部 9 3 0 0 と、操作部 9 4 0 0 と、入出力部 9 5 0 0 と、記憶部 9 6 0 0 とから構成されている。

【 0 0 8 6 】

光通信受信部 9 1 0 0 は、位置検出装置 1 0 0 0 0 が受光装置 2 0 0 0 0 の位置を検出して、3次元位置情報に変換し送信した信号を受光するためのものである。設定されたローカル座標系に演算部 9 2 0 0 が変換し、演算データ表示部 9 3 0 0 に表示する様になっている。

【 0 0 8 7 】

本発明の位置検出装置 1 0 0 0 0 は追尾光及び測距光を、水平方向にファン状に回転照射

10

20

30

40

50

し、照射範囲にあるターゲット30000を捕え、位置測定をする装置である。

【0088】

水平方向は回転部2100に設けた水平角エンコーダ2180で概略捕え、受光装置検出部1200に設けたエリアセンサの映像から水平角を補正し、高低角を算出する。ファン状の測定光を使用することから、水平面を基準とする使用範囲を想定している。しかしながら、一般的な測量作業はこの範囲に多い。

【0089】

位置検出装置10000で使用するエリアセンサは、前述した様に、画像を取り込むことの出来る画像センサ、例えばCCDである。画像センサから取り入れた画像データは、受光装置20000の位置検出に使用すると共に、受光装置20000側に送信し、位置データとリンクした画像として使用することが可能となる。

10

【0090】

更に画像データを変換するアプリケーションソフトで、パノラマの様な画像に変換して表示させることもできる。

【0091】

位置検出装置10000の受光装置20000検出ルーチンは以下の通りとなる。

【0092】

始めに、回転ヘッドを回転させながら、角度演算部1400のデータに基づき、第1の撮像部1320の水平方向視野角より小さい角度毎に、第1の撮像部1320で一回転分の画像を取り込む。画像取り込み角度を、水平方向視野角より小さい角度にするのは、全周もれなく画像データを取り込むためである。

20

【0093】

この時の画像には、受光装置20000のコーナーキューブ21000以外に他の画像情報が存在しているため、受光装置20000のコーナーキューブ21000のみを認識する事はできない。

【0094】

そこで、2周目以降は、1周目と同じ角度毎に画像を取り込むのであるが、同時に検出光発光部1210のパルスレーザダイオード1211をパルス発光させる。検出光発光部1210より射出された光は、受光装置20000のコーナーキューブ21000により反射され、位置検出装置10000で受光される。

30

【0095】

検出光発光部1210のパルス発光により、回転しながらCCD画像を取り込んでも、コーナーキューブ21000のCCD画像をぶれなく取り込むことが出来る。前記方法により取り込まれた画像データは、1周目の画像に検出光発光部1210より射出し、受光装置20000のコーナーキューブ21000により反射した画像が合成されたものとなっている。

【0096】

2周目以降の画像データより前記1周目の画像の画像データを差し引いた画像データが、受光装置20000のコーナーキューブ21000の画像と認識できる。求められた受光装置20000のコーナーキューブ21000の画像の重心を検出して、コーナーキューブ21000の画像中心を求め、求めた位置情報と画像とを取り込んだ時点の角度検出部1400の角度データより演算して、受光装置20000の水平角及び高低角を求めることができる。

40

【0097】

また同周期内で、受光装置20000の認識を行うこともできる。回転ヘッドを回転させながら、角度検出部1400のデータに基づき、第1の撮像部1320から画像データを取り込む。この時の画像は、受光装置20000のコーナーキューブ21000以外に他の画像情報が存在しているため、受光装置20000のコーナーキューブ21000のみを認識することはできない。

【0098】

50

次に、画像取り込み後、検出光発光部 1 2 1 0 のパルスレーザダイオード 1 2 1 1 をパルス発光させる。検出光発光部 1 2 1 0 より射出された光は、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 により反射され、位置検出装置 1 0 0 0 0 で受光される。取り込まれた画像データは、始めに取り込んだ画像に対して、検出光発光部 1 2 1 0 より射出し、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 から反射した画像が合成される。また取り込み時間のずれ分相当の回動部 2 1 0 0 が回転しただけ、画像が回転する様になっている。

【 0 0 9 9 】

角度検出部 1 4 0 0 のデータに基づき、画像の回転角分を補正し、後の画像データより前の画像データを差し引いた画像データにより、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 の画像と認識することができる。

10

【 0 1 0 0 】

同様に求めた受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 の画像の重心を検出して、コーナーキューブ 2 1 0 0 0 の画像中心を求める。そして、求めた位置情報と画像とを取り込んだ時点の角度検出部 1 4 0 0 の角度データより演算して、受光装置 2 0 0 0 0 の水平角及び高低角を求めることができる。

【 0 1 0 1 】

全周もれなく画像データを取り込むためには、取り込んだ時間の差により、ずれた画像角度分だけ更に狭く画像取り込み角度を決める必要がある。

【 0 1 0 2 】

第 1 の撮像部 1 3 2 0 で求められた水平角及び高低角は、CCD の視野角が広いため分解角が大きい。受光装置 2 0 0 0 0 と位置検出装置 1 0 0 0 0 との距離が近い場合には問題とならないが、距離が離れている場合には、3 次元データに変換した場合に大きな誤差となる。その場合には、第 2 の撮像部 1 3 3 0 を用いる。2 周目までのルーチンで、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 の位置は認識できているので、受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 が第 2 の撮像部 1 3 3 0 の視野内にある場合、選択的に第 2 の撮像部 1 3 3 0 より画像を取り込み、受光装置 2 0 0 0 0 の水平角および高低角を求める。求められた角度データは、第 1 の撮像部 1 3 2 0 に比べ第 2 の撮像部 1 3 3 0 の視野が狭い比率分だけ分解角が小さい。

20

【 0 1 0 3 】

更に回折格子 1 3 8 0 により、CCD 上にできる像を少なくとも 2 個以上に分割している。回折格子 1 3 8 0 の回折角は、CCD の画素幅の非整数倍となる様に構成されている。予め決められた回折格子 1 3 8 0 の回折角より、第 2 の撮像部 1 3 3 0 上に結像した複数の受光装置 2 0 0 0 0 のコーナーキューブ 2 1 0 0 0 の画像をそれぞれ分離して演算して重心検出処理演算を行い、平均化する事により更に角度分解能を向上させることができる。従って、水平面に対し狭い高低角の範囲の第 2 の撮像部 1 3 3 0 の視野範囲においては、長い距離まで高い測定精度を維持する事ができる。

30

【 0 1 0 4 】

レンズ系には、ディストーションが存在するが、第 1 の撮像部 1 3 2 0 と第 2 の撮像部 1 3 3 0 の光学系とも、予め基準となる場所で、校正データを作成しておき、コーナーキューブ 2 1 0 0 0 の位置検出を行う演算処理の段階で誤差を差し引いて除去することもできる。

40

【 0 1 0 5 】

【 効果 】

以上の様に構成された本発明は、測定光を発するための光源部と、傾斜測定部と、演算処理部と、固定部と、鉛直方向に回転軸を有する回動部を有し、回動して反射体に測定光を回転照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、該反射光を受光するための受光部と、測定光を走査方向に射出すると共に反射光を前記受光部に導き、回動部と一体に回動する走査手段と、該走査手段の回転位置を検出するための角度検出器とを備え、前記測定光が扇状に広がる測距光を含み、前記受光部は前記固定部に

50

設けられ前記走査手段からの光を結像する撮像部を有し、前記撮像部に結像した像の結像位置と、前記走査手段の向きが方向付けられている角度により、前記反射体の方向を求める構成をもつので、大幅な作業効率の改善を図ることができるという効果がある。

【0106】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の位置検出装置10000を説明する図である。

【図2】本実施例の位置検出装置10000の電気的構成を説明する。

【図3】本発明の原理を説明する図である。

【図4】本発明の原理を説明する図である。

【図5】本実施例の傾斜測定部2300を説明する図である。

10

【図6】本実施例の受光装置20000を説明する図である。

【図7】本発明の原理を説明する図である。

【図8】従来技術の説明する図である。

【符号の説明】

10000 位置検出装置

20000 受光装置

30000 ターゲット

21000 コーナーキューブ

1100 測距部

1200 受光装置検出部

20

1210 検出光発光部

1300 データ送信部

1320 第1の撮像部

1330 第2の撮像部

1400 角度測定部

1500 回動照射部

2000 測量機本体

2100 回動部

2110 回転ミラー

2170 鉛直軸

30

2180 水平角測定用のロータリーエンコーダ

2200 固定部

2211 距離検出発光部

2214 距離検出受光部

2300 傾斜測定部

3000 整準部

4000 演算処理手段

4200 記憶部

4300 表示部

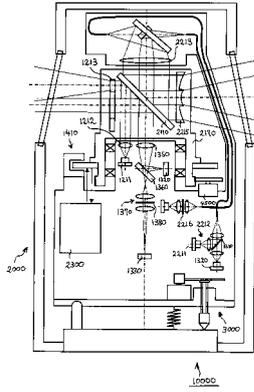
4400 駆動回路

40

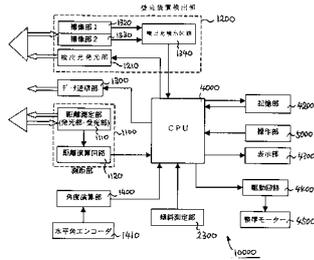
4500 モータ

5000 操作部

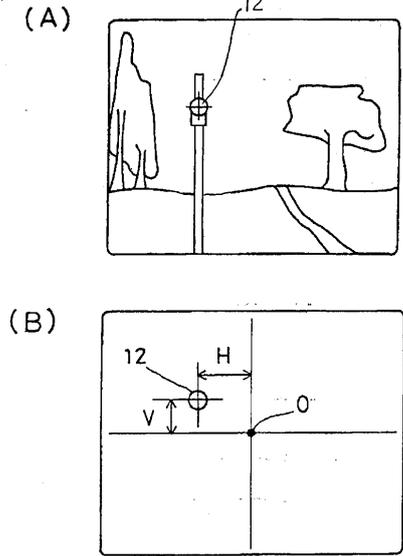
【図1】



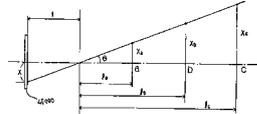
【図2】



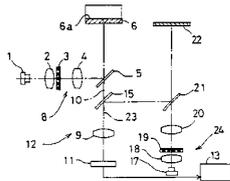
【図3】



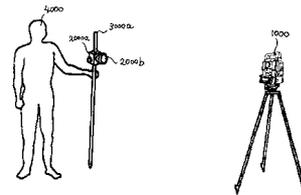
【図4】



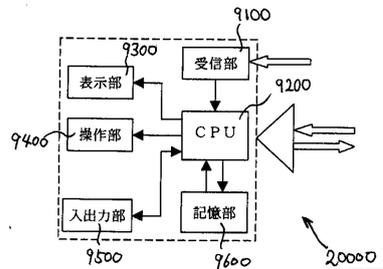
【図5】



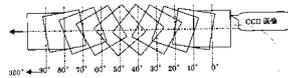
【図8】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

審査官 うし 田 真悟

(56)参考文献 スイス国特許発明第00676041(CH,A5)  
実用新案登録第3068821(JP,Y2)  
特開平10-221073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01C 15/00-15/02  
G01C 5/00